

# Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

katedra fyzické geografie a geoekologie



## Vliv meteorologických faktorů na mortalitu v České republice Influence of meteorological factors on mortality in Czech Republic

(bakalářská práce)

**Lukáš NEDVĚD**

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Ivan SLÁDEK, CSc.

Klatovy 2009

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením RNDr. Ivana Sládka, CSc., a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

Jsem si vědom toho, že případné využití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Klatovech 19.5. 2009

.....  
podpis

Touto cestou bych rád poděkoval školiteli RNDr. Ivanu Sládkovi, CSc. za cenné rady, náměty, připomínky a čas, který mi při konzultacích věnoval.

Dále bych chtěl poděkovat rodině za poskytnuté studijní zázemí a morální podporu.

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá vztahem mezi meteorologickými faktory, lidským zdravím a lidskou úmrtností. Dále je zde nastíněn výzkum tohoto vztahu, který probíhá v různých zemích světa a kterým se zabývá velké množství odborníků z mnoha univerzit a jiných pracovišť ve světě i u nás a také historie vědy, která se tímto problémem zabývá, a to bioklimatologie. Poslední část této práce je věnována vlastní statistické analýze dat úmrtnosti a meteorologických faktorů v České republice v letech 1989 až 2006. Bylo zjištěno, že úmrtnost v České republice je více či méně ovlivněna meteorologickými faktory. Bohužel jsem neměl k dispozici data o úmrtnosti rozdělené podle důvodu úmrtí, věku, pohlaví a regionu, ale pouze denní počet úmrtí. To je velká nevýhoda mých statistických analýz, a proto bych se v mých dalších pracích rád věnoval tomuto tématu dále a pokusil se získat lepší výsledky.

## **Abstract**

This work is focused on relationship between meteorological factors and human health and human mortality. This problem, which I focus, is the main topic in many universities. Next there is shown this research from different countries in the world and history of bioklimatological research. The last part of this work is focused on statistic analysis of mortality and meteorological factors in Czech Republic in the years 1989 – 2006. In this research was founded the facts that mortality is influenced by meteorological factors. Unfortunately because of the absence of the better full data-set is research is based on the number of deaths. Therefore I would like to continue in this research in the future time.

## Obsah

1. Úvod	6
2. Metodika	7
3. Pojem bioklimatologie a humánní bioklimatologie a jejich historický vývoj	9
3.1. Bioklimatologie a humánní bioklimatologie	9
3.2. Historický vývoj bioklimatologie jako vědy	10
3.2.1. Vývoj ve světě	10
3.2.2. Vývoj u nás	11
4. Vnímání počasí a meteorotropní choroby	13
4.1. Člověk a jeho vnímání počasí	13
4.2. Meteorotropní choroby	14
4.2.1. Onemocnění dýchacího systému	14
4.2.2. Srdečně-cévní onemocnění	15
4.2.3. Dopravní a pracovní nehody	16
5. Biotropní účinek počasí	17
5.1. Vliv teploty ovzduší na člověka	17
5.2. Vliv barometrického tlaku na člověka	19
5.3. Vliv atmosférických front a synoptických typů na člověka	20
6. Výzkumy a studie dalších vědců u nás i ve světě	21
6.1. Změny barometrického tlaku a výskyt srdečního infarktu	21
6.2. Úmrtnost související se stresem z horka v ČR	21
6.3. Vliv extrémních teplot na úmrtnost v Madridu pro věkovou skupinu 45 až 65 let	23
6.4. Úmrtnost související se stresem z horka v pěti městech v jižním Ontariu mezi lety 1980 a 1996	23
7. Vlastní analýza dat a mé výsledky	24
7.1. Trend vývoje počtu úmrtí v České republice mezi lety 1989 a 2006	24
7.2. Roční chod úmrtnosti a průměrných teplot	26
7.3. Vliv nadprůměrných a podprůměrných hodnot průměrné denní teploty na úmrtnost	31
7.4. Závislost mezi synoptickým typem počasí, průchodem	

atmosférické fronty a úmrtností	34
7.5. Nadprůměrně teplé léto v roce 2003	36
8. Závěr	37
9. Seznam literatury a zdrojů	38
9.1. Seznam literatury	38
9.2. Seznam zdrojů	41
10. Přílohy	42

# 1. Úvod

Úvodem bych rád zmínil jednu myšlenku: „Neexistuje špatné počasí, pouze špatné oblečení.“. Je na něm sice trochu pravdy, ale já jsem se přesvědčil o opaku.

Již od počátků lidské civilizace je člověk a lidská společnost, a nejen ona, ale veškeré živé organismy, v přímém i nepřímém kontaktu s meteorologickými faktory a obecně s atmosférou, ve které se odehrává veškeré dění na Zemi a bez níž by nebylo života. Atmosféra působí na člověka a na ostatní živé organismy neustále, od narození až do smrti. Hlavním cílem této práce je proto odpovědět na otázku, zda má teplota ovzduší v České republice významný vliv na lidskou úmrtnost. Dále bych se v této práci rád zabýval interakcí mezi meteorologickými faktory a zdravím člověka, chorobami a lidskou úmrtností. Bohužel lidská úmrtnost není ovlivňována pouze atmosférou, ale významnou roli zde hrají i další činitelé.

V první části této práce nejprve naznačím, jaká věda se tímto tématem zabývá a její stručný historický vývoj. Dále budu popisovat obecný vliv meteorologických faktorů na člověka a dále popíši základní choroby, na které mají meteorologické faktory největší vliv a které se nazývají meteorotropní choroby. Jedná se proto zejména o práci s dalšími výzkumy a literaturou, která se tímto tématem zabývá. Druhá část práce je věnována mému vlastnímu výzkumu. Pokouším se v ní o různé statistické analýzy dat a zabývám se pouze vlivem teploty ovzduší, synoptického typu, průchodem atmosférických front a lidskou úmrtností v České republice.

## 2. Metodika

V práci jsou využity čtyři datové soubory. První soubor obsahuje data o denním počtu zemřelých v České republice v letech 1989 až 2006, které mi poskytl Český statistický úřad. V druhém datovém souboru jsou data o denní průměrné teplotě z dvou meteorologických stanic a to z Prahy-Libuše a z Brna-Tuřan též mezi lety 1989 a 2006, které mi poskytl Český hydrometeorologický ústav. Jelikož sem měl k dispozici vlastně dva údaje o denní průměrné teplotě, z důvodu pozdějších statistických analýz s denním počtem zemřelých jsem tyto dva datové soubory zprůměroval a tím jsem získal jakousi průměrnou teplotu největší sídelní aglomerace v České republice. Jsem si vědom, že tento způsob není optimální, ale k jinému jsem nedospěl. Třetí datový soubor obsahuje data o synoptickém typu pro každý den v letech 1989 až 2006. Těchto synoptických typů je 28, které jsem ale rozdělil pouze na 2 typy, a to cyklona a anticyklona. Čtvrtý datový soubor obsahuje údaje o atmosférických frontách, opět pro období 1989 až 2006 a poskytl mi je opět Český hydrometeorologický ústav. Nerozlišoval jsem, zda se jedná o teplou, studenou či okluzní frontu.

Pokud jde o statistické analýzy, je zde nejprve nastíněn roční chod počtu zemřelých a denní průměrné teploty. Použil jsem 11denní klouzavé průměry. Poté jsem kumuloval odchylku od mediánu pro každý den v roce opět u těchto dvou datových souborů. Dále jsem stanovil Pearsonovu korelaci mezi průměrnou teplotou a počtem zemřelých. Porovnal jsem jak průměrné teploty pro dny v roce s průměrnými úmrtnostmi, tak i jednotlivé hodnoty pro 18-ti roční pozorovací období. Nakonec jsem použil test  $\chi$ -kvadrát, který měl zjistit závislost úmrtnosti na teplotě ovzduší. Ten jsem provedl tak, že jsem nejprve zjistil horní a dolní kvartil pro jednotlivé dny pro průměrnou teplotu a to tak, že jsem kolem daného dne v roce vzal ještě 5 dní před a 5 dní po daném dni. Poté jsem v daném dni v 18letém pozorovacím období zjistil, jaké dny byly nad horním kvartilem, pod dolním kvartilem a mezi kvartily a kolik jich je. Dále jsem vzal vždy období kolem jednoho dne v roce, kde jsem chtěl udělat tento test, a zde jsem sečetl počet dní nad horním kvartilem, pod dolním kvartilem a mezi kvartily a zjistil kolik v těchto dnech zemřelo lidí. Nakonec jsem vypočetl očekávanou úmrtnost ve dnech nad horním kvartilem, pod horním kvartilem a mezi kvartily a dokončil tento test. Očekávanou úmrtnost jsem vypočetl tak, že jsem počet dní nad horním kvartilem, pod dolním kvartilem nebo mezi kvartily vynásobil průměrnou úmrtností v daném testovacím období. Udělal jsem celkem čtyři tyto testy: pro nejteplejší období roku (11 dní kolem 30.



července), pro nejchladnější období (11 dní kolem 1. ledna) a pak pro 2 období mezi nejteplejším a nejchladnějším obdobím. Podobně jsem udělal i  $\chi$ -kvadrát test, který měl opět zjistit závislost úmrtnosti a synoptického typu počasí a závislost úmrtnosti a průchodu atmosférické fronty s tím rozdílem, že zde jsem udělal pouze dva testy pro celý rok.

Na závěr mých statistických analýz jsem se ještě zvlášť zabýval úmrtností v roce 2003, jelikož jsem zjistil, že v tomto roce bylo extrémně teplé léto. Metodiku jsem uvedl v kapitole 7.5., kde se tímto zabývám.

### **3. Pojem bioklimatologie a humánní bioklimatologie a jejich historický vývoj**

#### **3.1. Bioklimatologie a humánní bioklimatologie**

Bioklimatologických poznatků lze využít v širokém měřítku. Například můžeme člověka chránit před nepříznivými meteorologickými faktory, jak se děje od nepaměti. Bioklimatologie se dále zabývá prevencí tzv. meteorotropních chorob. Tyto poznatky také můžeme použít při zmírňování nežádoucích adaptačních respektive aklimatizačních reakcí v různých podnebných oblastech Země. Slouží proto i pro cestovatele či pro horolezce. Bioklimatologie slouží také pro projektování závodů, rekreačních zařízení a například při zavádění umělé klimatoterapie (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 5 - 6).

Bioklimatologie je věda o vzájemných vztazích mezi živými a organismy a atmosférickým (a půdně vzdušným) prostředím. K němu se připojují i vlivy geofyzikální a kosmické, do té míry, jak ovlivňují atmosférické prostředí. K těmto vztahům přistupujeme buď od organismu, tj. studujeme jeho fyziologické či patologické reakce, které jeví statisticky podložené korelace k atmosférickým dějům, anebo od prostředí. Podle tohoto přístupu mluvíme o biologickém nebo fyzikálním hledisku v bioklimatologii. Vždy však zůstává vedoucí hledisko biologické (Badal a kol., 1970, s. 20).

Součástí bioklimatologie je humánní bioklimatologie, která se zabývá vztahy mezi ovzdušným prostředím a člověkem. Tyto vztahy lze sledovat buď z hlediska biologického (studium reakcí lidského organismu na vlivy atmosférického prostředí) nebo z hlediska fyzikálního. Humánní bioklimatologie se člení na humánní biometeorologii, která sleduje vztahy mezi počasím a člověkem ve zdraví a nemoci a na vlastní bioklimatologii, v užším slova smyslu, která studuje vztahy mezi klimatem a zdravým či nemocným člověkem (Badal a kol., 1970, s. 20).

## **3.2. Historický vývoj bioklimatologie jako vědy**

### **3.2.1. Vývoj ve světě**

Myšlenky o tom, že existují vztahy mezi počasím, podnebím a člověkem, sahají až do 4. století před naším letopočtem (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 7), i když moderní bioklimatologie se rozvíjí až v posledních desetiletích a například ustavující schůzka Československé bioklimatologické společnosti se konala dne 8. září 1965 v 10 hodin v dnešním Národním domě na náměstí Míru v Praze (Rožnovský a Litschmann (ed.), 2005, s. 3). Ve 4. století vyslovil Hippokrates, který je považován za „otce“ bioklimatologie, myšlenku, že počasí přispívá ke vzniku některých nemocí. Tyto nemoci dnes nazýváme jako meteorotropní choroby a budu se jimi zabývat později. Hippokrates také sledoval účinky klimatu na člověka a zavedl pravidelné pozorování počasí. V 1. století našeho letopočtu se již někteří lidé jako Celsus či Galenus pokoušeli o léčbu některých onemocnění pomocí změny klimatu. Například pro léčbu plicních onemocnění se v té době doporučoval pobyt v horském nebo pouštním klimatu (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 7).

Po tomto období bylo na delší dobu zkoumání vlivu počasí na člověka přerušeno a to díky ústupu od sledování funkcí lidského těla a vlivem převládajícího morfologického myšlení v lékařství (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 7).

K dalšímu zkoumání vlivu počasí na člověka došlo až v polovině 17. století v Londýně, kde obrátil svoji pozornost k Hippokratovu pozorování místní lékař Sydenham. Zabýval se ročním kolísáním výskytů různých onemocnění a uvažoval o vlivu různých složek ovzduší na látkovou výměnu těla. Dalším vědcem, který zkoumal vliv počasí na člověka a také usiloval o víceoborovou spolupráci, byl G. W. Leibniz (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 7).

K velkému rozvoji bioklimatologie dochází v 19. století. Problematikou výskytů nemocí a změn fyziologických funkcí člověka s meteorologickými poznatky se zabývají zejména H. Ackermann a Max von Pettenkofer. Dokonce v šedesátých letech 19. století byla zřízena první horská léčebna pro tuberkulózu v Davosu ve Švýcarsku, který leží v nadmořské výšce 1 500 m, a tím byla zahájena éra klimatoterapie (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 7 - 8).

Začátek 20. století, přesněji rok 1905, je považován za začátek lékařské bioklimatologie a to díky založení fyzikálně-meteorologické observatoře v Davosu, kde se

provádí soustavné měření záření Slunce a oblohy a bioklimatologie slouží jako základ horské klimatické léčby (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 8).

V roce 1934 se většina autorů, která se bioklimatologií zabývala, sdružila kolem nově vytvořeného časopisu *Bioklimatische Beiblätter*, který měl mezinárodní charakter a byl v té době oficiálním orgánem pro lékařskou a zemědělskou bioklimatologii. V roce 1937 se konal kongres nově založené Mezinárodní společnosti pro lékařskou hydrologii ve Wiesbadenu. Na této konferenci byl ustaven komitét pro bioklimatologii, který měl vypracovat jednotné pracovní metody pro bioklimatologické pozorování v různých státech Evropy. Práce však byla přerušena 2. světovou válkou (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 9).

Po 2. světové válce se již v plném proudu rozvíjí moderní bioklimatologie a to hlavně v roce 1956, kdy je založena Mezinárodní společnost pro biometeorologii (*International Society of Biometeorology*) se sídlem v Leidenu v Holandsku. Společnost sdružuje mnoho odborníků v různých zemích světa. Jsou to například lékaři, biologové, botanici, zoologové, veterináři, ekologové, entomologové, zemědělští a lesníčtí pracovníci, meteorologové, klimatologové, fyzici a urbanisté, kteří se zabývají vztahy mezi atmosférickým prostředím a organismy. Dále tato společnost pořádá mezinárodní kongresy a vydává aperiodicky *Mezinárodní časopis pro biometeorologii* (*International Journal of Biometeorology*) (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 295).

### **3.2.2. Vývoj u nás**

Humánní bioklimatologie u nás má již poměrně dlouhou tradici a to zejména v oboru klimatoterapie. Její největší rozvoj nastal hlavně ve 20. letech 20. století v oblasti Vysokých Tater, kde se léčila tuberkulóza. Dále jsou u nás zakládány bioklimatologické stanice zejména v lázních (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 9).

Po roce 1925 je zřízeno klimatologické oddělení Státního meteorologického ústavu, které vypracovává klimatologické posudky pro účely lékařské. V tomto období se také v prostředí Vysokých Tater léčí alergické choroby a jsou vydány publikace o biologických účincích ultrafialového záření, které vydal astronom A. Bečvář (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 10).

V roce 1938 je založena pod vedením J. Brychty bioklimatologická observatoř v Hradci Králové. Rok na to bylo zřízeno při Státním hydrometeorologickém ústavu oddělení pro lékařskou a lázeňskou bioklimatologii, které navázalo spolupráci s balneologickým

ústavem Karlovy univerzity. Balneologie je nauka o léčivých vodách, lázních a jejich účincích na lidský organismus, zvláště s přihlédnutím k terapeutickým účelům (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 10 - 11).

Rozvoj humánní bioklimatologie po 2. světové válce probíhá na několika teoretických a klinických pracovištích lékařských fakult. Tato problematika byla dále studována na Výzkumném ústavu pro fyziatrii, balneologii a klimatologii v Bratislavě a Praze a na Ústavu hygieny v Praze. V roce 1959 je při nově ustanovené Československé meteorologické společnosti při ČSAV založena Odborná skupina bioklimatologická, která sdružovala odborníky i zájemce nejrozumnějšího zaměření (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 301 - 303).

Jak jsem již napsal na začátku této kapitoly, ustavující schůze Československé bioklimatologické společnosti se konala dne 8. září 1965 v 10 hodin v dnešním Národním domě na náměstí Míru v Praze. V průběhu roku 1966 byly ustanoveny jednotlivé sekce Společnosti a to sekce bioklimatologie člověka, sekce bioklimatologie rostlin a sekce bioklimatologie zvířat. V dalším průběhu fungování této Společnosti byly také zřízeny v rámci jednotlivých sekcí odborné pracovní skupiny, v nichž hraje významnou roli odborná pracovní skupina pro biometeorologickou předpověď, která se postupně vyvinula až do dnešní podoby (Rožnovský a Litschmann (ed.), 2005, s. 3 - 4). Biometeorologickou předpověď vydává Český hydrometeorologický ústav pravidelně od roku 1993. V dnešní době se začíná pracovat na novém modelu biometeorologické předpovědi (Novak, 2007). V roce 1968 byly vytvořeny dvě samostatné bioklimatologické společnosti – Česká a Slovenská, ale bylo rozhodnuto ponechat název „Československá“. Název „Česká“ se používá oficiálně od roku 1994 (Rožnovský a Litschmann (ed.), 2005, s. 3 - 4).

## **4. Vnímání počasí a meteorotropní choroby**

V této kapitole bych rád napsal něco o meteorotropních chorobách a prevenci proti nim. Prvním impulsem později rozsáhlejších výzkumů vztahu mezi člověkem a počasím bylo to, že si lékaři všimli, že v některých dnech je nadprůměrný příliv pacientů s určitou chorobou (Matoušek, 1987, s. 99). Meteorotropní choroba je patologický děj organismu, na jehož vzniku nebo průběhu se podílejí meteorologické faktory; například nemoci alergické, revmatické, nádorové bujení pokožky a plic, některé nemoci dýchacích cest, srdečně cévní choroby a jiné (Badal a kol., 1970, s. 65). Meteorologické jevy většinou onemocnění přímo nevyvolávají, ale přispívají k zesílení projevů choroby a mohou zhoršit její průběh (Jandová, 2008).

### **4.1. Člověk a jeho vnímání počasí**

Počasí hraje jednu významnou roli v životě nás každého. Je jisté, že každý člověk vnímá počasí a jeho změnu odlišně. Například jinak reagují lidé žijící na venkově či ve městech. Záleží také na pohlaví, věku, rase a na mnoha dalších faktorech. Hovoříme zde proto o tzv. vnímavosti na počasí neboli meteorosenzibilitě. Rozumí se jí schopnost organismu reagovat na stav a změny atmosférického prostředí. Existuje několik stupňů vnímavosti. Někteří jedinci jsou zcela necitliví. Když pomineme tuto skupinu jedinců, tak se tyto změny projevují v nižším stupni jako citlivost na počasí ve formě únavy, malátnosti, nechutenství, deprese, neklidného spánku a ve vyšším stupni pak převážně lokálními projevy, jako tzv. bolest z počasí. Nejzávažnějším projevem vnímavosti na počasí je již zmíněná meteorotropní choroba (Matoušek, 1987, s. 99).

Vliv počasí se navíc ještě může umocnit, působí-li i jiné faktory či zátěže nebo vlivem momentálního stavu jedince. Proto na počasí reagují více nemocní a staří lidé s již nedostatečně pružnými adaptačními mechanismy. Tehdy proto může zátěž počasí vyvolat mnohem bouřlivější reakci a může dojít i k úmrtí. Dále se ještě epidemiologickými studiemi zjistilo, že lidí více citlivých na počasí přibývá. Příčinou může být zchoulostivění člověka vlivem moderního způsobu života (Matoušek, 1987, s. 100). Například nedávné výzkumy zjistily, že citlivě na počasí reaguje 40 – 60 % lidí. Například dny, které vnímáme jako parné

či dusné, dny mrazivé, výrazný pokles tlaku, náhlá změna teploty tak mohou vyvolat zdravotní problémy (Jandová, 2008)

## **4.2. Meteorotropní choroby**

Definici meteorotropní choroby jsem již zmínil na začátku této kapitoly, a proto bych se rovnou pokusil popsat obecně základní choroby, které jsou známy jako meteorotropní. Mezi tyto choroby patří zejména onemocnění dýchacího systému (Matoušek, 1987, s. 113), srdečně-cévní onemocnění (infarkt myokardu, plicní embolie, mozková mrtvice, záchvaty kardiálního astmatu, anginy pectoris a další) a epileptické záchvaty (Jandová, 2008). Dále také počasí ovlivňuje samozřejmě dopravní a pracovní nehody a také psychiku člověka. Což můžeme pociťovat například během špatného počasí zhoršenou náladou. Proto je prokázáno, že během zhoršení počasí vzrůstá počet sebevražd (Jandová, 2008). Nakonec ještě existuje mnoho dalších chorob, na které má také značný vliv počasí, ale které ve své práci nebudu popisovat. Jedná se například o některé oční choroby (zejména záchvaty glaukomu a expulzivní nitrooční krvácení), vředovou chorobu žaludku a dvanáctníku a některá infekční onemocnění (například chřipka) (Matoušek a Květoň, 1978). Na tyto choroby působí kromě výše zmíněných faktorů, také synoptické situace a atmosférické fronty (Tabulka č. 1 na straně 21 ). Jimi se ale budu zabývat později.

### **4.2.1. Onemocnění dýchacího systému**

Onemocnění dýchacího systému ovlivňuje i znečištění ovzduší, kde se ale meteorologické faktory uplatňují nepřímo. Za přímé uplatnění meteorologických faktorů lze považovat vznik nemoci z nachlazení. Za jednu z příčin vzniku tohoto onemocnění lze považovat prvotní chladovou reakci cév sliznic horních cest dýchacích. Důkazem toho je pozorování, že při vzestupu teploty ovzduší o 0,56°C dochází k poklesu nemocnosti na respirační choroby cca o 1 % (Matoušek, 1987, s. 113 – 114).

Další nemocí dýchacího systému lze považovat alergické choroby, zejména průduškové astma. Astma není způsobováno přímo počasím, ale počasí značně ovlivňuje jeho průběh. O příčinách vzniku se stále vedou debaty ([www.gsk.cz](http://www.gsk.cz)). Zde našli shodně v Japonsku, USA a v Holandsku korelaci mezi stupněm potíží a barometrickým tlakem. Proto nejmenší obtíže astmatiků lze pozorovat v obdobích nízkého tlaku (Matoušek, 1987, s. 114).

Toto mohu potvrdit i z vlastních zkušeností, jelikož moje přítelkyně, která trpí astmatem, mi potvrdila, že se jí dýchá lépe, když je nižší tlak vzduchu. Dalším nepříznivým obdobím pro pacienty s nealergickým astmatem je přelom podzimu a zimy, zvláště při špatném inverzním počasí ([www.gsk.cz](http://www.gsk.cz)). Naopak co se týče alergického typu astmatu, ovlivňují meteorologické faktory významně hlavně přenos alergenů. Proto je pro tento typ astmatiků nevýhodné proudění vzduchu z oblastí bujné vegetace. Dále například při nedostatku srážek je nižší efekt tzv. vymývací schopnosti v ovzduší (Matoušek, 1987, s. 114 – 115).

Mezi nemoci ovlivňované meteorologickými faktory patří třeba i senná rýma a další alergické nemoci. Zde ale ovlivňují meteorologické faktory pouze distribuci pylů a jeho celkový obsah v atmosféře ([www.bez-alergie.cz](http://www.bez-alergie.cz)). Například za suchého slunečního anticyklonálního počasí je pylů v atmosféře nejvíce a naproti tomu za deštivého počasí je pylů nejméně, kdy se zde opět objevuje tzv. vymývací efekt (Matoušek, 1987, s. 116).

#### **4.2.2. Srdečně-cévní onemocnění**

Toto onemocnění je velice významné, jelikož například v České republice je příčinou více než 58 % všech úmrtí. Postihuje muže i ženy, často v nejproduktivnějším věku. Vzhledem k tomu, že tato onemocnění jsou v raných fázích bez zjevných příznaků, jednoduše nebolí, jsou veřejnosti více známy až závažné stavy jako například angina pectoris, srdeční infarkt. ([www.zdravecevy.cz](http://www.zdravecevy.cz)). Mezi tyto nemoci patří například tromboembolická nemoc žilního původu, zvláště plicní vmetek, dále mozková mrtvice a v neposlední řadě také srdeční ischemické choroby jako infarkt či již zmíněná angina pectoris (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 234).

Plicní embolie je ucpání části plicní cirkulace materiálem přineseným do plic krevním proudem (Hampl a Herget, 2003) a vyskytuje se ve větším počtu výskytů ve dnech průchodu atmosférických front (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 239). Je to dáno tím, že nižší barometrický tlak přispívá k vytvoření žilní trombózy (Vaništa a Beran, 2007).

Mezi další srdečně-cévní nemoci patří mozková mrtvice. Příčinou mozkové mrtvice je nejčastěji uzávěr přívodové mozkové tepny krevní sraženinou (trombózou), vyvíjející se na sklerotickém plátu cévní stěny, nebo vmetky (emboly) z krevních sraženin na sklerotických plátech cév a srdce ([www.celostnimedicina.cz](http://www.celostnimedicina.cz)). Meteorologickým faktorem, který v tomto případě hraje roli, je teplota ovzduší. Byla nalezena korelace mezi počtem zemřelých a průchodem teplých front. Vedle teplotní zátěže by zde mohla hrát roli i porucha adaptačních mechanismů člověka při náhlé povětrnostní změně (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s.



240). Mezi meteorologickými faktory a výskytem mozkové mrtvice byla nalezena statisticky významná korelace. Výskyt této nemoci ovlivňují velmi nízké teploty, ale i velmi vysoké teploty nad 40°C s parciálním tlakem nad 1,87 kPa. Významnější než vlastní hodnota meteorologických faktorů se zdá být spíše rychlost jejich změn (Vaněk, 2008).

Poslední srdečně-cévní nemocí, která je ovlivňována meteorologickými faktory, je srdeční infarkt a angina pectoris. Srdeční infarkt je způsoben náhlým přerušením dodávky kyslíku do srdečního svalu s následným odumřením části svalových vláken a angina pectoris je nemoc, která jej může vyvolat (Křížová, 2005). Pro kardiaka platí, že pohyb v přírodě je pro něj bezpečný při teplotě mezi 4 a 30°C a při vlhkosti mezi 60 – 90 %. Proto by každý kardiak měl sledovat meteorologickou a obzvláště biometeorologickou předpověď ([www.ceskatelevize.cz](http://www.ceskatelevize.cz)). Meteorologickými faktory, které nejvíce ovlivňují vznik infarktu, jsou proto velmi nízké i velmi vysoké teploty (Jiří Matoušek a Rudolf Barcal, 1967, s. 240). Dalším významným meteorologickým faktorem, který ovlivňuje vznik infarktu, je barometrický tlak. Tímto meteorologickým faktorem se významně zabývá doc. MUDr. Jan Sitar, CSc., který zjistil, že při vzestupu barometrického tlaku se druhý den na to zvýšil i počet úmrtí. Naproti tomu při poklesu barometrického tlaku zaznamenal méně výskytu úmrtí a ještě méně při dlouhodobém trvání nízkého tlaku (Sitar, 2005). Práci tohoto významného vědce se zabývám i v následujících kapitolách.

#### **4.2.3. Dopravní a pracovní nehody**

Poslední skupinou jsou dopravní a pracovní nehody. Tímto tématem se nebudu příliš zabývat, jelikož vliv meteorologických faktorů je na tyto nehody velice dobře znám.

Meteorologické faktory ovlivňují pracovní a dopravní nehody přímo nebo nepřímo. Přímým vlivem meteorologických faktorů jsou například: sluneční záření, snížená viditelnosti, husté dešťové srážky, vánice, krupobití a v neposlední řadě námraza.

Nepřímý vliv je znám jako ovlivnění psychiky jedince. Experimentálně byl například zjištěn vztah reakční doby člověka a meteorologických faktorů. Při proměřování reakční doby osob na světelný podnět bylo nalezeno to, že během vysokých teplot vzduchu se prodlužuje. Protože jsou již značně přetíženy lidské termoregulační systémy. Na reakční dobu působí také to, jaká je právě synoptická situace. Před průchodem atmosférických front se reakční doba prodlužuje o 20 % (Matoušek, 1987, s. 120).

## **5. Biotropní účinek počasí**

Po dlouhou dobu se přisuzoval význam pouze jednomu meteorologickému činiteli. Zde se přímo nabízela jednoduchá korelace mezi průběhem biologického jevu a chodem určitého meteorologického prvku. Byla představa, že meteorotropními činiteli mohou být snad pouze ty, které se nějak aperiodicky mění. Toto však již dnes neplatí a za meteorotropní se již považují i periodicky se měnící (Matoušek, 1987, s. 106). I já sem se v této práci zabýval průměrnou teplotou, která má určitý periodický roční chod.

Zkušenosti i studie zjistily, že jeden prvek může mít biologický význam, ale také upozornily, že na životní pochody působí celý komplex atmosférického prostředí (Matoušek, 1987, s. 107)

Dále bych rád nastínil vliv různých meteorologických faktorů na člověka. Nebudu popisovat všechny meteorologické faktory, ale pouze teplotu ovzduší, barometrický tlak a synoptický typ. Mezi ostatní faktory, které působí biotropně rozhodně patří například sluneční záření a znečištění ovzduší. Poslední jmenované má bezesporu velmi významný vliv na zdraví člověka, ale v této práci se jím nebudu zabývat.

### **5.1. Vliv teploty ovzduší na člověka**

Teplota ovzduší má velký biotropní účinek. Pocit tepla či chladu prožívá každý z nás každý den a vybíráme díky němu vhodné oblečení. Samozřejmě, že by bylo lépe brát v úvahu buď velice nízkou či naopak velice vysokou teplotu, jelikož díky adaptačnímu a aklimatizačnímu mechanismu si lidé zvykli na určité rozpětí teploty a proto mají významný vliv na člověka pouze extrémní hodnoty. V další části této práce jsem ale zjistil, že tomu tak doopravdy není a jak se mění roční chod teploty ovzduší tak se mění i roční chod počtu úmrtí, jak jsem uvedl v následujících kapitolách. Vnímání teploty se také mění působením dalších faktorů. Často se proto věnuje pozornost tzv. zdánlivé teplotě (apparent temperature), označované též jako heat-index nebo heat-stress index, která odráží schopnost lidského těla disipovat teplo. Zavedl ji Steadman jako index úhrnného vlivu teploty a dalších prvků (relativní vlhkosti, rychlosti proudění a sluneční radiace) na člověka (Kyselý, Huth, Kříž, 2002).

Nejprve popíši vliv chladu na člověka. Chlad se dá s vývojem civilizace velice snadno eliminovat výběrem vhodného oblečení a také například lepším zdravotním stavem jedince, proto každý vnímá chlad jinak. Chlad se lidé snažili i využít a to již od antiky, kdy bylo pomocí otužování docilováno lepšího zdravotního stavu a kolem roku 1820, kdy začal propagovat studené zábaly laický německý léčitel V. Priessnitz (Blatný, 2007). Pocit chladu vnímáme, jakmile sestoupí kožní teplota pod 32 °C. Sestoupí-li na cca 26,5 °C dochází k chladovému třesu. Každá část těla vnímá pocit chladu jinak. Například teplota obličeje a končetin je mnohem lépe přizpůsobena kolísání okolní teploty. Zde nastupuje pocit chladu až s poklesem kožní teploty pod 30 °C (Matoušek, 1987, s. 41). Dlouhodobý pobyt v prostředí, které vnímáme jako chladné, má vliv na člověka takový, že se mu omezí průtok krve kůží, stoupne krevní tlak a srdeční frekvence a zvýší se mu spotřeba kyslíku (Myslivcová, 2002). Při déle trvajícím chladu nemůže tělo samo regulovat teplotu a teplota vnitřního prostředí klesá. Tento stav se nazývá hypotermie – podchlazení (Matoušek, 1987, s. 30). Smrt v důsledku podchlazení nastává v rozpětí od 12 do 60 minut při poklesu teploty krve na 27 °C (Blatný, 2007).

Ještě než se dostanu od chladu k pocitu horka (či extrémně vysokým teplotám) rád bych zde nastínil něco ohledně tepelné pohody organismu. Tepelná pohoda organismu nastává tehdy, je-li v rovnováze tvorba a výdej tepla při minimu termoregulačních dějů. Tepelná pohoda pro sedícího člověka bez oděvu je při teplotě vzduchu kolem 28°C. Teplota, při které pocítujeme tepelnou pohodu organismu, není ale u každého jedince stejná. Je to značně individuální a závisí třeba i na tom, odkud zrovna do daného prostředí přicházíme (Matoušek, 1987, s. 41).

Co se týče vysokých teplot tak tímto problémem se budu zabývat zejména v další části této práce, jelikož se jím také zabývá množství zahraničních i českých studií, které bych rád zmínil. Například, ze starších autorů, který se tímto tématem zabýval a o kterém později nebudu psát, to byl Kuhnke. Kuhnke zjistil, že zvýšená úmrtnost nastává především v těch dnech, kdy denní průměrná teplota je vyšší než 45°C (Květoň, 1979). Opět je samozřejmé, že pocit horka je značně individuální a každý jedinec vnímá horko jinak. Záleží také značně na rase a na tom, na jaké teploty jsme zvyklí. Jenom uvedu, že při kožní teplotě 34,5 °C nastává viditelná tvorba potu a vyvolává se pocit obtěžujícího vedra (Matoušek, 1987, s. 41).

Na závěr této kapitoly bych rád něco zmínil o jevu, kterému říkáme dusno, a jeho biotropních účincích. Dusno je subjektivní pocit, který vzniká při vysokém parciálním tlaku vodní páry a při vysokém difuzním odporu mezní vrstvy na povrchu těla, a to souhrnným vlivem vysoké teploty, velké relativní vlhkosti a malé rychlosti proudění vzduchu (Badal a

kol., 1970, s. 43). Co se týče biotropních účincích na člověka tak dusno nejvíce působí zejména na staré lidi či nemocné lidi s chorobami oběhového systému a astmatiky. Za dusna dochází k neklidu, vzrušivosti, malátnosti, k pocení a dýchacím obtížím, někdy se objevuje i bušení srdce (Dvořák, 2007).

## **5.2. Vliv barometrického tlaku na člověka**

V dřívějších dobách se změnám tlaku vzduchu přisuzoval velký vliv na zdraví člověka. Dnešní výzkumy však ukázaly, že změny tlaku nemají na zdravého člověka zřetelný vliv. Je to tím, že variace změn tlaku vzduchu při přechodech atmosférických front je totiž jako výšková změna 500 metrů. V laboratořích se ale v klimatických komorách výrazné reakce organismu ve smyslu urychlení tepu a zvýšení minutového objemu projeví u zdravého člověka teprve změnou tlaku, která odpovídá výškové změně 2000 až 3000 metrů (Matoušek, 1987, s. 62). U zdravého člověka proto hraje změna barometrického tlaku velmi významnou roli, je-li velmi vysoká. Proto velmi trpí změnami tlaku například horolezci, kteří nejenom bojují s velkou změnou tlaku, ale bojují i s velmi nízkým tlakem vzduchu.

Jak je to ale u nemocného člověka? V této práci jsem se již zmínil o výzkumech doc. MUDr. Jana Sitara, CSc. Ten zjistil, že barometrický tlak hraje významnou roli při úmrtích na srdeční infarkt. A proč vlastně změny barometrického tlaku nepůsobí na zdravého člověka, ale na nemocného? Je to tím, že tyto změny se projevují nejvýrazněji na činnosti těch fyziologických systému, které jsou založeny na principu tlaku. Fyziologické funkce, které jsou na tomto principu založeny, jsou dýchací ústrojí a krevní oběh (Matoušek, 1987, s. 64).

Jak už jsem napsal v kapitole 4.2.1., tak to, zda je zrovna vysoký či nízký tlak, pociťují zejména astmatici. Při snížení barometrického tlaku totiž klesá funkce, která brání slepování plicních sklípků (Matoušek, 1987, s. 65). Ukázalo se totiž, že snížení barometrického tlaku má takové důsledky, že pro pacienty s obstrukční chorobou plic to znamená ulehčení dechové práce (Pavlík, 1977). Obstrukční choroba plic je způsobena zúžením dýchacích cest ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)). Existuje také vztah mezi barometrickým tlakem a vylučováním kysličníku uhličitého. Za sníženého barometrického tlaku se vylučuje více kysličníku uhličitého. Tento jev je významný hlavně u pacientů, kteří trpí retencí kysličníku uhličitého a za vysokého barometrického tlaku u nich může vyvolat kritický stav (Pavlík, 1977).

Vliv barometrického tlaku na krevní oběh spočívá zejména ve vztahu ke krevnímu tlaku. Zjistilo se, že za nižšího barometrického tlaku stoupá krevní tlak a naopak (Matoušek, 1987, s. 65). Toto zjištění vlastně vysvětluje výzkumy již zmíněného doc. MUDr. Jana Sitara, CSc.

### 5.3. Vliv atmosférických front a synoptických typů na člověka

Ve 30. letech našeho století se v medicínsko-meteorologických výzkumech začalo využívat povětrnostních front a synoptických typů, které se postupem času staly jedním z nejpoužívanějších komplexních atmosférických faktorů v biometeorologii (Květoň, 1979). Já bych se pokusil popsat vliv těchto atmosférických front a synoptických typů na člověka.

Tímto tématem se zabýval Becker, který udělal množství studií (Matoušek, 1987, s. 106). Výsledky jeho výzkumů jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Shrnutí výsledků biotropie podle Beckera

	SYNOPTICKÝ TYP		ATMOSFÉRICKÁ FRONTA		
	anticyklona	cyklona	teplá	studená	okluzní
dopravní nehody	statisticky prokázaný příznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	nepříznivý vliv		
pracovní nehody	statisticky prokázaný příznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	nepříznivý vliv		
astma bronchiale	příznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	nepříznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv
angina pectoris	statisticky prokázaný příznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	nepříznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	vliv Beckerem neprokázaný
infarkt miokardu	statisticky prokázaný příznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv		
srdeční smrt	statisticky prokázaný příznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	vliv Beckerem neprokázaný
úmrť	statisticky prokázaný příznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv	statisticky prokázaný nepříznivý vliv		
embólie	příznivý vliv	nepříznivý vliv	nepříznivý vliv	nepříznivý vliv	vliv Beckerem neprokázaný
sebevraždy	příznivý vliv	nepříznivý vliv	vliv Beckerem neprokázaný	nepříznivý vliv	vliv Beckerem neprokázaný

Zdroj: Matoušek, 1987

## **6. Výzkumy a studie dalších vědců u nás i ve světě**

Nyní bych rád stručně nastínil stručně různé výzkumy, které probíhají u nás i ve světě. Nebudu popisovat přesně jejich postup, jelikož články jsou většinou přístupné na internetu či v odborných knihovnách, ale rád bych zde uvedl spíše výsledkům, ke kterým autoři dospěli. Většina výzkumu se zaměřuje na působení příliš vysokých teplot či barometrického tlaku. Nejprve začnu výzkumem doc. MUDr. Jana Sitar, CSc., který se zabývá změnami barometrického tlaku a výskytu srdečního infarktu, a poté již se zaměřím na vliv vysokých (a extrémních) teplot.

### **6.1. Změny barometrického tlaku a výskyt srdečního infarktu**

Tímto výzkumem se zabývá doc. MUDr. Jan Sitar, CSc. Autor se zaměřuje a porovnává se změnou barometrického dvě skupiny pacientů. První skupinu tvoří 1437 případů náhlého úmrtí z kardiovaskulárních příčin během let 1975 - 1982 v Brně a druhá skupina se skládá z pacientů s akutním infarktem myokardu přijatých pro přímou intervenci – koronární angioplastiku v Brně a ve Zlíně (1318 případů v letech 1999, 2000 a 2003). A na co tento významný vědec přišel? Zjistil, že co se týče první skupiny pacientů, tak že k nejvyšší četnosti náhlých úmrtí docházelo druhý den po prudkém zvýšení tlaku vzduchu; změna mortality byla statisticky významná. Ve druhé skupině pacientů se zvýšil výskyt srdečního infarktu také ve dnech po zvýšení tlaku vzduchu a také ve dnech se stálým vysokým tlakem vzduchu (zde bylo zvýšení patrné, ale nebylo statisticky významné). Naopak v tomto souboru bylo po poklesu tlaku zaznamenáno zřetelně méně infarktů, a nápadně méně při trvale nízkých tlakových hodnotách (Sitar, 2005).

### **6.2. Úmrtnost související se stresem z horka v ČR**

Druhou prací, kterou bych ve své práci uvedl, je práce autorů Kyselého, Hutha a Kříže a která se zabývá se tím, zda stres z horka má vliv na úmrtnost v ČR.

Zde jsou jejich výzkumy trochu složitější, a proto bych rád nastínil jak postupovali. Ze začátku zaměřili svoji pozornost také na další výzkumy. Rovněž na území Evropy byl v horkých vlnách popsán nárůst denní úmrtnosti, a to mj. ve Velké Británii, Nizozemsku,

Belgii, Německu, Španělsku, Itálii a Řecku. Například horká vlna v Řecku v červenci roku 1987 způsobila nárůst počtu úmrtí v Aténách o 97 %, zatímco v ostatních městských oblastech o 33 % a na zbylém území o 27 %. V Belgii zjistili u 12denní horké vlny z přelomu července a srpna 1994 pro území Belgie nárůst úmrtnosti o 9.4 % ve věkové skupině do 64 let a o 13.2 % u starších osob. U vysoké 5-denní horké vlny, jež zasáhla v červenci a srpnu 1995 Velkou Británií, činil zde nárůst úmrtnosti 9 %, zvýšený počet úmrtí se projevil ve všech věkových skupinách a nejčastější příčinou byly nemoci dýchacího ústrojí a mozkové cévní příhody.

Nyní už ale k jejich výzkumům. Tito autoři měli k dispozici data o denní úmrtnosti a to pro Prahu za období od 1. 1. 1992 do 31. 12. 2000, kde data byla rozdělena podle pohlaví a věkových skupin, a pro ČR za období od 1. 1. 1982 do 31. 12. 2000, kde úmrtnost již byla rozdělena pouze do dvou skupin podle pohlaví. Oba datové soubory jsou ještě navíc rozděleny na celkový počet úmrtí a na úmrtí na kardiovaskulární choroby. Dalšími daty, kterými disponovali, byly klimatické údaje. Jako reprezentativní pro území ČR byly zvoleny stanice Klatovy, Praha-Ruzyně, Hradec Králové, Brno-Tuřany a Ostrava-Mošnov, z jejichž údajů byla vytvořena průměrná řada pro ČR. Pro Prahu byla dále dostupná data ze stanice Praha-Klementinum. K dispozici byly za období 1982-2000 průměrná (TAVG), maximální (TMAX) a minimální (TMIN) denní teplota, průměrná rychlost větru a průměrná relativní vlhkost vzduchu; za období 1992-2000 a měsíce duben-září dále teplota v 7 hod (T7), 14 hod (T14) a 21 hod (T21), a ve všech třech termínech rovněž relativní vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru, oblačnost a tlak vzduchu. Z těchto dat byly spočteny heat index (HI) a tzv. summer simmer index (SSI); obě proměnné vycházejí z teploty a vlhkosti vzduchu. Hodnoty proměnných byly určeny v jednotlivých termínech 7, 14 a 21 hod, a termínových hodnot byla vypočtena průměrná denní hodnota. Dalším krokem bylo, že pro všechny proměnné byl stanoven průměrný roční chod a pro každý den vypočteny odchylky od normálu.

Druhým krokem bylo stanovení normálového počtu úmrtí. Autoři pracovali pouze s daty z měsíců duben až září, jelikož v těchto měsících lze očekávat úmrtí způsobené horkem a také nejsou tolik ovlivněné chřipkovými epidemiemi. Poté již prováděli různé statistické analýzy a zjistili, že úmrtnost spojenou s horkem lze sledovat při maximální denní teplotě vyšší než 25 °C, při průměrné denní teplotě vyšší než 18 °C a při minimální denní teplotě vyšší než 14 °C. Zvýšená úmrtnost byla sledována i při odchylce maximálních, průměrných i minimálních denních teplot vyšší než 3 °C. Nárůst úmrtnosti při vyšších teplotách je výrazně strmější u žen než u mužů (Kyselý, Kříž, Huth, 2002).

### **6.3. Vliv extrémních teplot na úmrtnost v Madridu pro věkovou skupinu 45 až 65 let**

Jelikož vliv extrémních teplot na úmrtnost pro populaci starší než 65 let je již dlouhou dobu známá, tito autoři se zaměřili na jinou věkovou skupinu a to na populaci lidí mezi 45 a 65 lety.

Výsledkem této práce je, že při teplotách nad 36,5 °C dochází ke zvýšené úmrtnosti a to u obou pohlaví (Díaz a kol., 2006)

### **6.4. Úmrtnost související se stresem z horka v pěti městech v jižním Ontariu mezi lety 1980 a 1996**

Protože teplé vlny v Severní Americe ročně způsobí velké množství úmrtí, například v roce 1980 teplá vlna způsobila přibližně 10 000 úmrtí a teplá vlna v roce 1986 více než 5 000 úmrtí, je tento výzkum pro společnost velice významný.

Autoři přišli na to, že korelace mezi úmrtností a teplotou nastává, když je průměrná denní teplota vyšší než 32 °C. Dále také zjistili, že se počet úmrtí způsobené vysokou teplotou liší i ze sociálně-ekonomického hlediska. Proto na lidi, kteří žijí v lepších sociálně-ekonomických podmínkách, nepůsobí vysoké teploty v tak velké míře. Je to dáno například tím, že tito lidé si mohou dovolit mít doma klimatizaci. Také stáří domů hraje v tomto výzkumu roli. A to díky lepší izolaci u novějších domů (Smoyer a kol., 2000).



## **7. Vlastní analýza dat a mé výsledky**

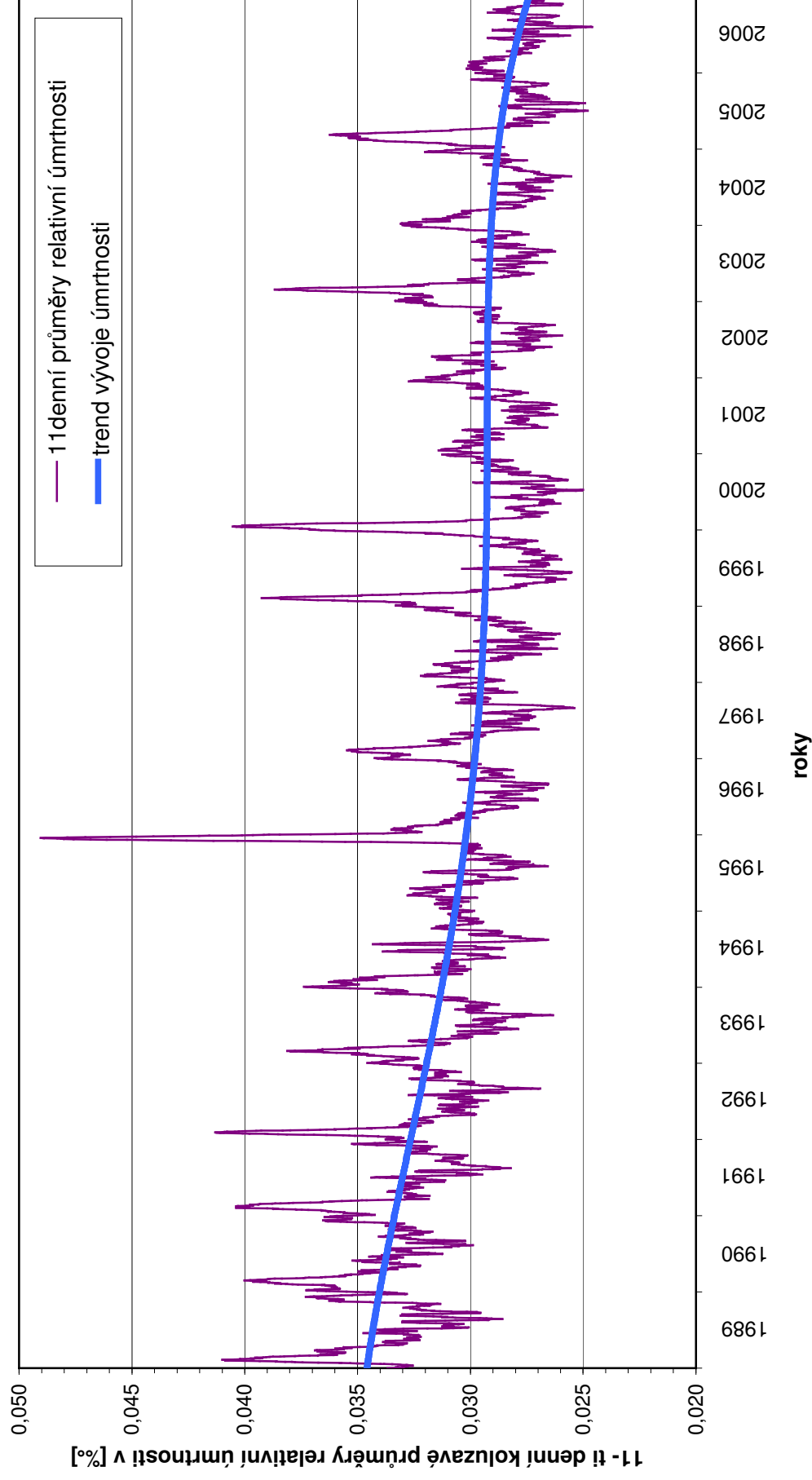
V poslední části této práce již uvedu mé vlastní výsledky analýzy dat. Metodikou práce a soubory dat, které jsem používal, se zabývat nebudu, jelikož jsem ji uvedl na začátku. Naznačím ji pouze tam, kde jsem již na začátku neuvedl.

### **7.1. Trend vývoje počtu úmrtí v České republice mezi lety 1989 a 2006**

Na úvod bych rád ukázal vývoj úmrtnosti od roku 1989 do roku 2006, který vyjadřuji v 11-ti denních klouzavých průměrech relativní úmrtnosti (počet zemřelých na počet obyvatel v daném roce) a také ve vývoji trendu. V tomto případě jsem použil trend polynomický 4. stupně. Jak můžeme vidět v grafu č. 1, tak úmrtnost v České republice klesá. Je to dáno tím, že stoupá kvalita lékařství a celkově životní styl. Dalším možným vysvětlením poklesu úmrtnosti může být zlepšení kvality ovzduší a životního prostředí.

V grafu si ještě můžeme všimnout extrémně vysoké úmrtnosti na konci roku 1995. Nepodařilo se mi zjistit čím to může být způsobené.

Graf č. 1: 11denní klouzavé průměry vývoje počtu úmrtí v České republice mezi lety 1989 a 2006



Zdroj: data - Český statistický úřad

## 7.2. Roční chod úmrtnosti a průměrných teplot

Pro vyjádření ročního chodu denní úmrtnosti a denní průměrné teploty jsem nejdříve spočítal 11denní průměry za 18letý období pro jednotlivé dny v roce pro oba datové soubory. Pro větší názornost jsem sem opět přidal spojnici trendu pro obě datové křivky, a to polynomický trend 2. stupně a navíc denní průměrnou teplotu jsem vyjádřil inverzně. Pro větší ukázkou roční periodicity jsem navíc ještě vypočetl a zanesl do grafu kumulace překročení mediánu pro tyto dvě veličiny. Udělal jsem to tak, že jsem nejdříve vypočetl medián pro každý den v roce a také celkový roční medián. Poté jsem vypočetl odchylku od ročního mediánu. To jsem udělal jak pro denní úmrtnost, tak pro průměrné denní teploty.

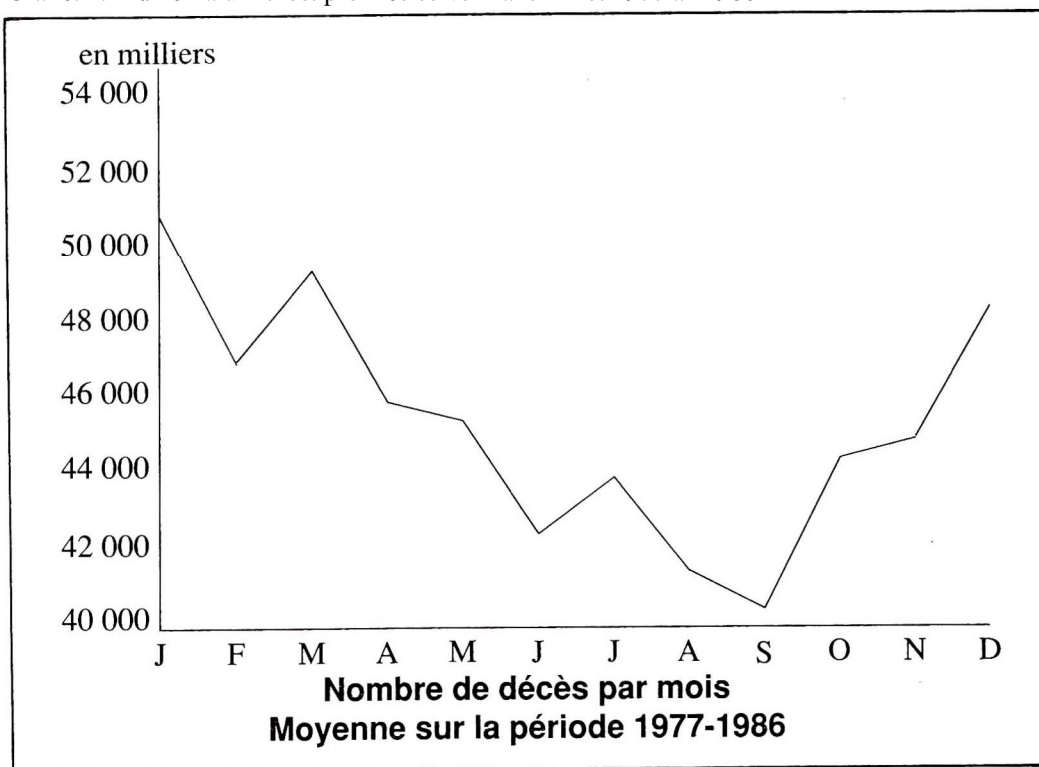
V grafu č. 3 a č. 4 můžeme tyto roční chody vidět. Největší úmrtnost je v únoru. To je způsobeno tím, že nízké teploty zhoršují průběh mnoha chorob. To že je na jaře také vyšší úmrtnost si vysvětlují tím, že po zimě je organismus oslaben. V grafu č. 2 je pro ukázkou znázorněn roční chod úmrtnosti ve Francii mezi lety 1977 a 1986. Je velice zajímavé, že roční chod úmrtnosti je ve Francii velice podobný jako v Česku s tím rozdílem, že zde je největší úmrtnost v lednu. Autoři výzkumu ve Francii nazývají leden jako „měsíc smrti“ (Kessler a Chambraud, 1990, s. 85).

Ve grafu č. 4, kde jsou zaneseny kumulace, je znázorněno to, že v den, kdy začne být teplota nad mediánem tak začne být s rozestupem několika málo dní pod mediánem úmrtnost. V grafu č. 2 si můžeme všimnout, že jak úmrtnost, tak i průměrná denní teplota má velice podobný průběh a to platí i pro kumulaci. Dokonce když proložíme v grafu č. 2 trendy logaritmické (které ale nejsou zanesené) tak průběh trendu je totožný. Tento poznatek nám vkládá myšlenku, že průměrná denní teplota a denní úmrtnost na sobě závisí a to tak, že se vzrůstající teplotou klesá úmrtnost a naopak. Proto jsem zkusil udělat Pearsonovu korelaci pro tyto 11denní průměry za 18leté období těchto dvou veličin. Nulovou hypotézu jsem stanovil tak, že úmrtnost není závislá na teplotě. Vyšel mi velice zajímavý výsledek. Pearsonův korelační koeficient je -0,8723387413. Jde tedy o nepřímou závislost, a jelikož je koeficient velmi blízký 1, tak můžeme říci, že tyto dvě veličiny jsou závislé. Na hladině významnosti  $p=0,01$  jsem zjistil, že nulovou hypotézu zamítáme. Proto existenci zkoumané závislosti považuji za prokázanou.

Je samozřejmé, že zde vlastně zjišťuji závislost 11denní průměrné úmrtnosti a 11denní průměrné teploty a že výsledek je značně zkreslený. Proto jsem zkusil udělat Pearsonovu korelaci pro jednotlivé dny v mém pozorovacím období. Data o úmrtnosti jsem ještě navíc

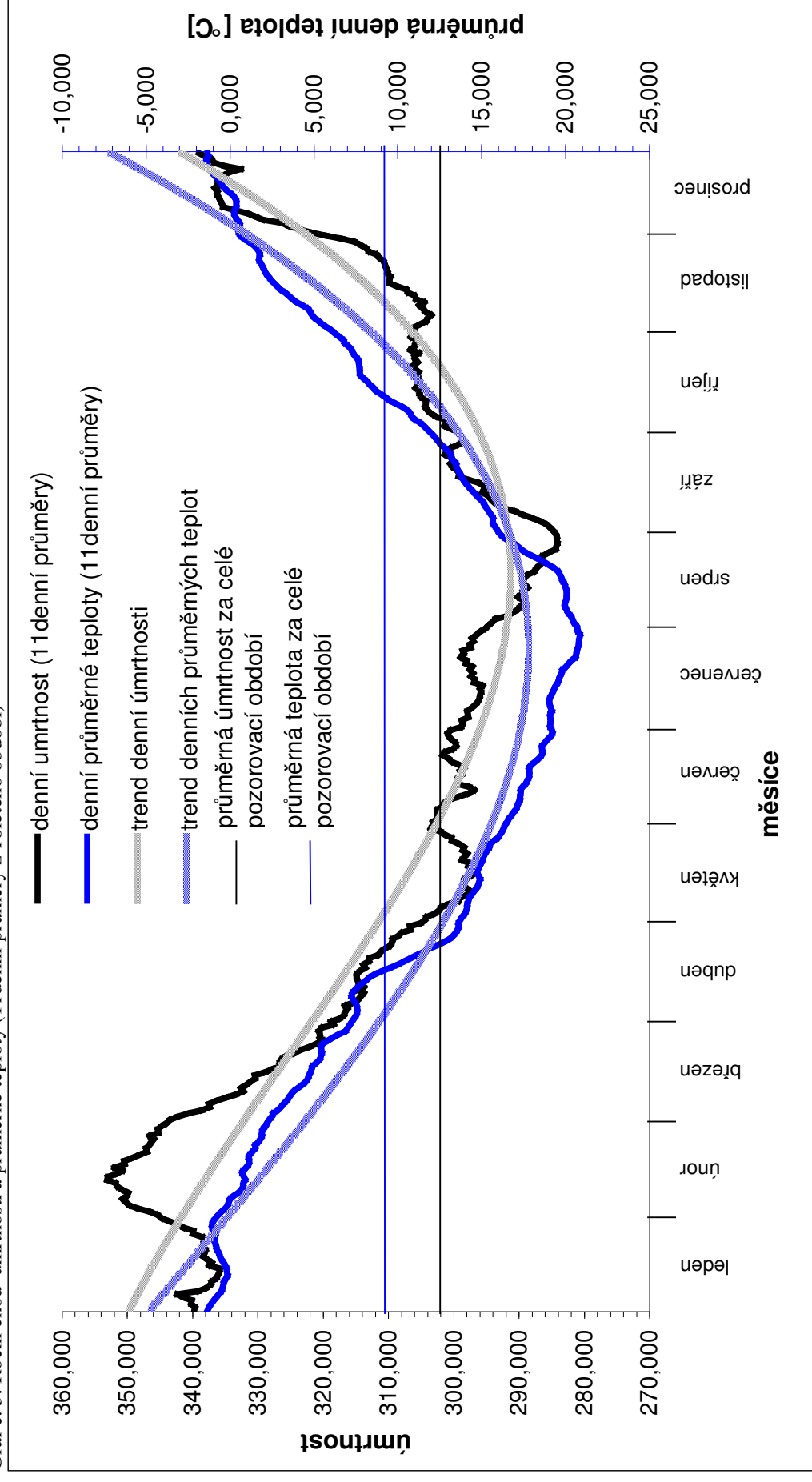
vydělil celkovým počtem obyvatel v daných rocích. Nulovou hypotézu jsem opět stanovil, takže úmrtnost nezávisí na průměrné teplotě. Opět jsem zvolil hladinu významnosti  $r=0,01$ . Pearsonův korelační koeficient mi vyšel  $-0,356462684$ . Proto na zvolené hladině významnosti mohu nulovou hypotézu zamítnout. Závislost zde ale není tak vysoká a opět jde o nepřímou závislost.

Graf č. 2. Průměrná úmrtnost pro měsíce ve Francii z let 1977 až 1986



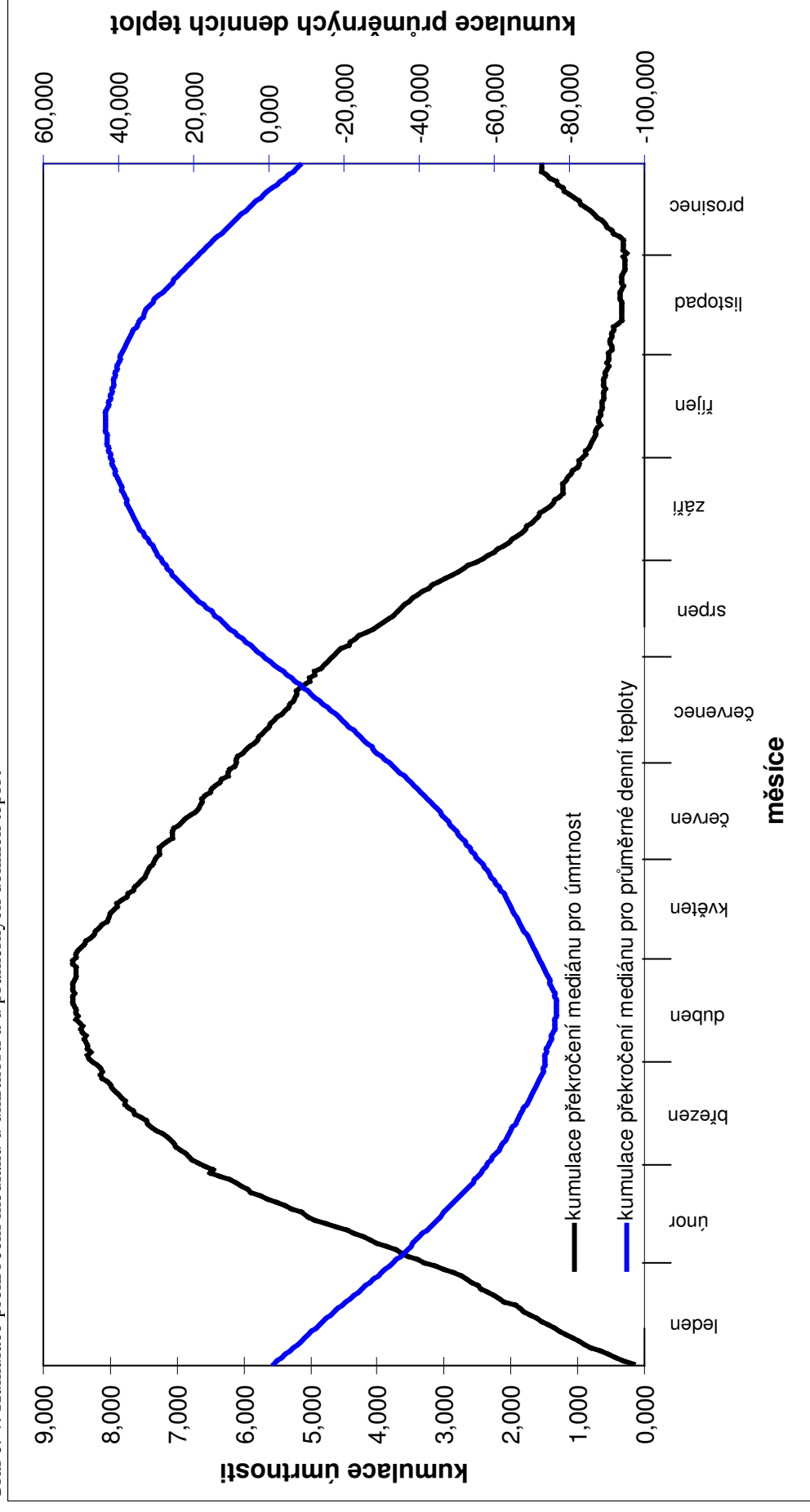
Zdroj: Kessler a Chambraud, 1990, s. 85

Graf č. 3: Roční chod úmrtnosti a průměrné teploty (11denní průměry z 18letého období)



Zdroje: data – Český statistický úřad a Český hydrometeorologický ústav

Graf č. 4: Kumulace překročení mediánu u úmrtnosti a u průměrných denních teplot



Zdroje: data – Český statistický úřad a Český hydrometeorologický ústav

Je jasné, že nemohu říci to, že čím vyšší teplota tak tím menší úmrtnost. Je to tím, že zde testuji závislost pouze průměrných ročních chodů a neberu v úvahu extrémní hodnoty. Proto v další části zkusím zjistit závislost nadprůměrných (nebo podprůměrných) hodnot a úmrtnosti.

### 7.3. Vliv nadprůměrných a podprůměrných hodnot průměrné denní teploty na úmrtnost

Metodikou testování závislosti nadprůměrných a podprůměrných hodnot průměrné teploty a úmrtnosti se již zabývat nebudu, jelikož jsem ji detailně popsal v metodice na začátku této práce. Nyní tedy pouze zmíním výsledky tohoto testování ve 4 obdobích roku.

Nejprve jsem vzal nejchladnější období roku. Vyšlo mi, že nejchladnější období je kolem 1. ledna z 11denních průměrů. Kolem tohoto dne jsem vzal 5 dní před a 5 dní po (celkem tedy data ze 196 dní) a začal provádět testování. Použil jsem  $\chi$ -kvadrát test. Nulovou hypotézu jsem stanovil tak, že úmrtnost nezávisí na tom, jestli je nadprůměrná či podprůměrná průměrná teplota. Hladinu významnosti jsem v tomto případě stanovil  $\alpha=0,05$ . V tabulce č. 2 můžeme vidět výsledky. Jelikož výsledek  $\chi^2=0,085200459$  je menší, než kritická hodnota nulovou hypotézu na zvolené hladině významnosti přijímáme. V tomto případě tedy nezávisí, zda je teplota nad horním kvantilem či pod dolním kvantilem. Je to dáno nejspíše tím, že pokud je teplota vyšší, tak nám to v nejchladnějším období nevadí (možná spíše naopak) a to samé platí i pokud je teplota nižší, kdy se můžeme více obléknout a tím se před nízkými teplotami velmi účinně chránit.

Tabulka č. 2:  $\chi$ -kvadrát test pro neichladnější období v roce

	počet dní	experimentální úmrtnost - A	očekávaná úmrtnost - R	A-R	$(A-R)^2$	$(A-R)^2/R$
nad horním kvantilem	54	18317	18344,72727	-27,72727273	768,8017	0,04190859
pod horním kvantilem	50	16978	16985,85859	-7,858585859	61,75737	0,003635811
mezi kvantily	94	31969	31933,41414	35,58585859	1266,353	0,039656058
součty	198	67264	67264	0		0,085200459
průměrná úmrtnost v tomto období	339,7172					

Zdroje: data – Český statistický úřad a Český hydrometeorologický ústav

V případě nejteplejšího období v roce je výsledek už zcela jiný a velice zajímavý. Nejteplejší období v roce mi vyšlo kolem 30. července. Opět jsem postupoval stejně jako v případě nejchladnějšího období. Nulovou hypotézu jsem stanovil tak, že úmrtnost nezávisí na tom, jestli je nadprůměrná či podprůměrná průměrná teplota. Hladinu významnosti v tomto případě zvolil  $\alpha=0,01$ . Jelikož výsledek  $\chi^2=139,5835539$  je vyšší než kritická hodnota tak nulovou hypotézu na zvolené hladině významnosti zamítáme. Můžeme také vidět, že vyšší úmrtnost je ve dnech, kdy je teplota nad horním kvantilem. Proto vlastně dokazují, že i v souladu s jinými výzkumy velmi vysoké teploty způsobují vyšší počet úmrtí. Je to dáno tím že, jak jsem již psal v kapitole 4, tak vysoké teploty značně ovlivňují výskyt mozkové mrtvice a také například infarkt myokardu. Dalším vysvětlením by například mohlo být také to, že za slunečních dnů se značně snižuje viditelnost (z důvodů oslnění) a reakční doba se díky vysokým teplotám prodlužuje (Matoušek, 1987, s. 120). Naopak během teplot pod horním kvantilem počet úmrtí klesá. Výsledky tohoto testu můžeme vidět v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3:  $\chi^2$ -kvadrát test pro nejteplejší období v roce

	počet dní	experimentální úmrtnost - A	očekávaná úmrtnost - R	A-R	$(A-R)^2$	$(A-R)^2/R$
nad horním kvantilem	49	15722	14552,75253	1169,247475	1367140	93,94371648
pod horním kvantilem	44	12354	13067,77778	-713,777778	509478,7	38,98740281
mezi kvantily	105	30729	31184,4697	-455,469697	207452,6	6,652434589
součty	198	58805	58805	0		139,5835539
průměrná úmrtnost v tomto období	296,9949					

Zdroje: data – Český statistický úřad a Český hydrometeorologický ústav

Dalším obdobím, které nyní budu testovat je doba kolem 1. května. Postupoval jsem opět stejně jako u předešlých dvou testů. Nulovou hypotézu jsem zvolil opět tak, že úmrtnost nezávisí na tom, jestli je nadprůměrná či podprůměrná průměrná teplota. V tomto testovacím



období jsem hladinu významnosti zvolil  $r=0,01$ . Výsledek opět ukázal, že nulovou hypotézu můžeme na zvolené hladině významnosti zamítnout. V tomto případě mi však vyšlo, že více lidí zemře za teplot, které jsou pod horním kvantilem. A čím to může být? Možné vysvětlení je, že lidé se už v této části roku adaptovali na vyšší teploty a proto na podprůměrné teploty reagují hůře. V tabulce č. 4 jsou ukázány detailněji výsledky tohoto testu.

Tabulka č. 4:  $\chi^2$ -kvadrát test pro období kolem 1. května

	počet dní	experimentální úmrtnost - A	očekávaná úmrtnost - R	A-R	$(A-R)^2$	$(A-R)^2/R$
nad horním kvantilem	51	15780	15642,83333	137,167	18814,69	1,202767686
pod horním kvantilem	45	14428	13802,5	626,500	391250,3	28,34633219
mezi kvartily	102	30523	31285,66667	-763,667	581660,4	18,59191465
součty	198	60731	60731	0		48,14101452
průměrná úmrtnost v tomto období	306,7222					

Zdroje: data – Český statistický úřad a Český hydrometeorologický ústav

Posledním obdobím, které jsem testoval je období kolem 30. října. Nulovou hypotézu opět pokládám tak, že úmrtnost nezávisí na tom, jestli je nadprůměrná či podprůměrná průměrná teplota. Hladinu významnosti jsem zvolil  $r=0,01$ . Výsledek  $\chi^2=5,944885771$  svědčí o tom, že na zvolené hladině významnosti nulovou hypotézu přijímáme. Jediné co můžeme v tabulce č. 5 zjistit je to, že při teplotách pod dolním kvantilem zemře nepatrně více lidí. Je to asi tím, že v tomto období ještě nejsou teploty tak nízké a pro to na lidi nepůsobí výkyvy teploty v této části roku nijak významně.

Tabulka č. 5:  $\chi^2$ -kvadrát test pro období kolem 30. října

	počet dní	experimentální úmrtnost - A	očekávaná úmrtnost - R	A-R	$(A-R)^2$	$(A-R)^2/R$
nad horním kvantilem	53	16136	16250,12121	-114,1212121	13023,65	0,801449471
pod horním kvantilem	43	13430	13184,06061	245,9393939	60486,19	4,587826717
mezi kvartily	102	31142	31273,81818	-131,8181818	17376,03	0,555609582
součty	198	60708	60708	-3,63798E-12		5,944885771
průměrná úmrtnost v tomto období	306,6061					

Zdroje: data – Český statistický úřad a Český hydrometeorologický ústav

#### 7.4. Závislost mezi synoptickým typem počasí, průchodem atmosférické fronty a úmrtností

Jak ovlivňuje synoptický typ člověka jsem již nastínil v tabulce č. 1 na straně 21, kterou na základě svých výzkumů vypracoval Becker. Jak je tomu ale u nás? Potvrdí se jeho výsledky? K testování závislosti mezi synoptickým typem počasí a úmrtností jsem zase zvolil  $\chi$ -kvadrát test. Metodiku jsem již popsal, takže rovnou přejdu k výsledkům. 28 synoptických typů, které uvádí pro každý den Český hydrometeorologický ústav, jsem rozdělil pouze do 2 tříd a to cyklona a anticyklona. Brázda nízkého tlaku a vchod frontální zóny se totiž chová podobně jako cyklona. Nulovou hypotézu jsem stanovil tak, že synoptický typ počasí nemá na úmrtnost vliv. Hladinu významnosti jsem uvolil  $\alpha=0,01$ . Díky výsledku  $\chi^2=18$  může s jistotou prokázat zamítnutí nulové hypotézy na zvolené hladině významnosti. V tabulce č. 6 vidíme výsledky, které nám dokládají, že při cyklonálním typu počasí zemře více lidí. Proto můžeme nalézt shodu s výsledky Beckera. On dokázal, že při cyklonálním typu počasí jsou statisticky nepříznivě ovlivňovány některé choroby. Cyklona má nepříznivý vliv také na celkovou úmrtnost, což jsem dokázal i v mém testu (Matoušek, 1987, s. 109).

Tabulka č. 6:  $\chi$ -kvadrát test závislosti synoptického typu počasí a úmrtnosti

	počet dní	experimentální úmrtnost - A	očekávaná úmrtnost - R	A-R	(A-R) <sup>2</sup>	(A-R) <sup>2</sup> /R
cyklona	4491	1407149	1404325,589	2823,411	7971647,2	5,676495
anticyklona	2083	648526	651349,4106	-2823,41	7971647,2	12,23866
součty	6574	2055675	2055675	0		18
průměrná úmrtnost za celé 18leté období			312,6977			

Zdroje: data – Český statistický úřad a Český hydrometeorologický ústav

Poslední závislost, kterou budu testovat opět pomocí  $\chi$ -kvadrát testu, je mezi průchodem atmosférické fronty a úmrtností. Podle tabulky č. 1 na straně 21 můžeme vidět, že průchod atmosférické fronty nepříznivě působí na výskyt některých chorob a opět nepříznivě ovlivňuje také úmrtnost (Matoušek, 1987, s. 109). Zvolil jsem pouze 2 třídy. A to dny s průchodem atmosférické fronty a dny bez průchodu. Nulovou hypotézu jsem stanovil tak, že průchod atmosférické fronty nemá na úmrtnost žádný vliv. Hladina významnosti  $\alpha = 0,01$ . Výsledek nám dokazuje zamítnutí nulové hypotézy,  $\chi^2 = 39,41145$ . Proto Beckerovy výsledky se shodují s těmi mými.

Tabulka č. 7:  $\chi$ -kvadrát test závislosti průchodu atmosférické fronty a úmrtnosti

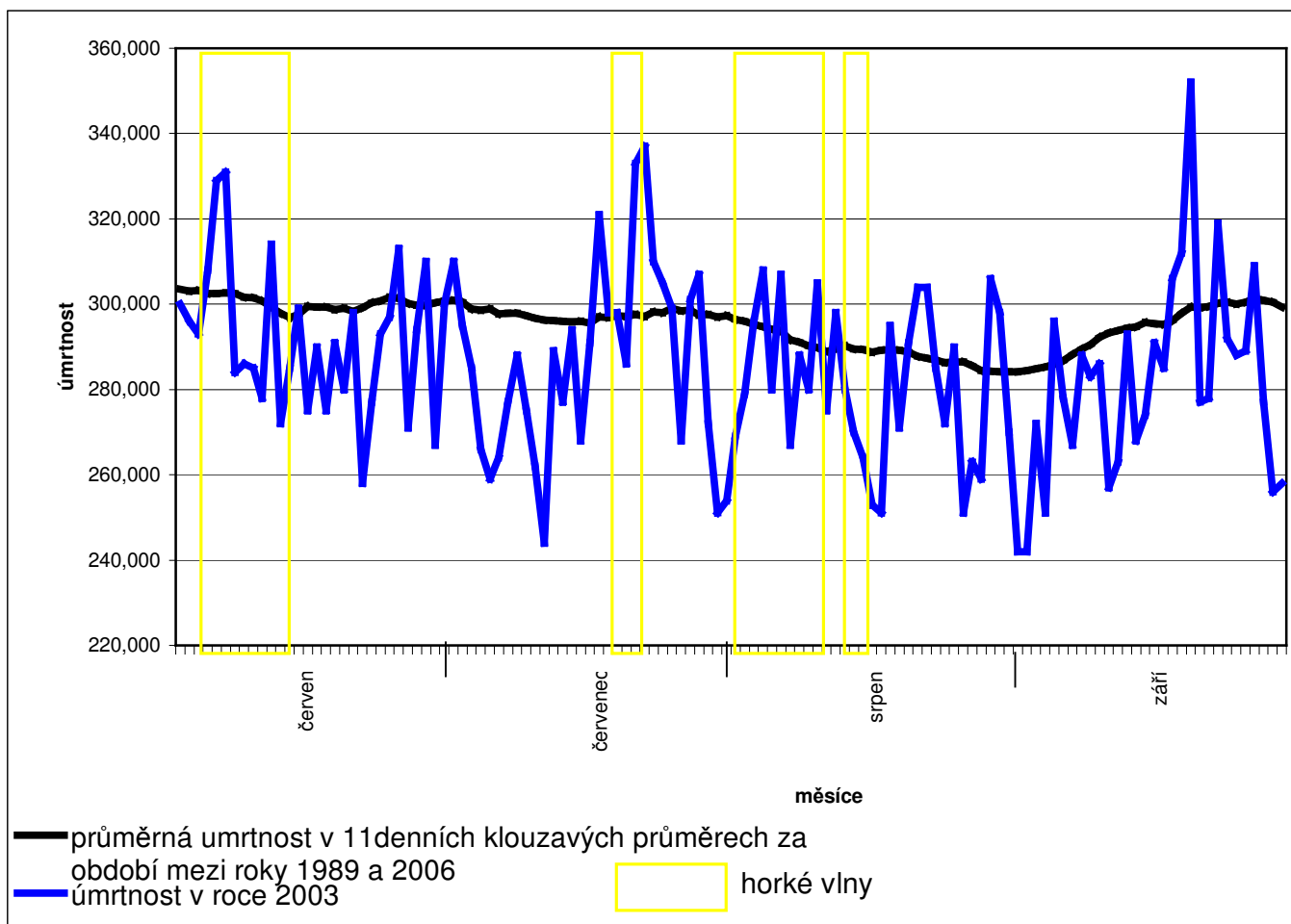
	počet dní	experimentální úmrtnost - A	očekávaná úmrtnost - R	A-R	$(A-R)^2$	$(A-R)^2/R$
s frontou	2540	798635	794252	4382,718	19208220	24
bez	4034	1257040	1261422,718	-4382,718	19208220	15,22742
součty	6574	2055675	2055675	0		39,41145
průměrná úmrtnost za celé 18leté období			312,6977			

Zdroje: data – Český statistický úřad a Český hydrometeorologický ústav

## 7.5. Nadprůměrně teplé léto v roce 2003

V poslední kapitole mých vlastních statistických analýz se budu zabývat úmrtností v roce 2003. V tomto roce bylo nadprůměrně teplé léto. Denní teploty byly tehdy nadprůměrně vysoké a byly doprovázeny mimořádným suchem (Střešík, 2004). Byli zaznamenány celkem 4 horké vlny o počtu 28 dní. A to dny v následujících obdobích: 3. – 13. června, 19. – 22. července, 1. – 10. srpna, 12. – 14. srpna (Kyselý a Kříž, 2008). V grafu č. 5 jsou tyto dny zaznamenány. Zda měli vysoké teploty vliv na úmrtnost nebo ne zjistím pouze vizuálně pomocí grafu. V grafu č. 5 je zanesena úmrtnost v 11-ti denních klouzavých průměrech za období mezi roky 1989 a 2006 a úmrtnost v roce 2003. Můžeme vidět, že v létě, kdy byli nadprůměrně vysoké teploty se úmrtnost nijak nezvýšila. Podobný výsledek dostali i autoři Kyselý a Kříž. Ti statisticky zjistili, že asociace mezi úmrtností a průchodem teplé vlny je pouze ve dnech 19. – 22. července (Kyselý a Kříž, 2008).

Graf č. 5: Úmrtnost v roce 2003



Zdroj: data – Český statistický úřad, teplé vlny – Kyselý a Kříž, 2008

## 8. Závěr

Velkou část této práce tvoří rešerše. Jsou zde nejprve uvedeny základní poznatky o vlivu meteorologických faktorů na lidský organismus a meteorotropních chorobách. Vycházel jsem z české i zahraniční literatury.

Zbylou část práce tvoří statistická analýza dat. Výsledkem této analýzy je to, že roční chod úmrtnost a roční chod je velice podobný ročnímu chodu 11 denní průměrné teploty. Dále jsem zabýval zda existuje závislost mezi úmrtností a nadprůměrnými či podprůměrnými teplotami, synoptickým typem počasí a průchodem atmosférických front. Zjistil jsem, že co se týče synoptického typu počasí a průchodu atmosférické fronty, tak závislost existuje. Tento výsledek se shoduje s výsledky jiných prací. Naproti tomu úmrtnost je závislá na nadprůměrných či podprůměrných teplotách pouze v některých částech roku.

Jedním z hlavních nedostatků mého statistického šetření je to, že nemám úmrtnost rozdělenou podle příčin smrti, věku, pohlaví a regionu. Je totiž jasné, že například na staré a nemocné lidi působí meteorologické faktory v mnohem větší míře než na mladé zdravé lidi. Dále by možná bylo vhodné brát v úvahu více meteorologických faktorů z více stanic v České republice. Je proto vhodné se hlouběji položit do zjišťování závislosti mezi úmrtností a meteorologickými faktory. Například udělat test závislosti úmrtnosti na nadprůměrných či podprůměrných teplotách pro každý den v roce a ne pouze pro čtyři období.

Pokud by se přesně zjistilo, jaké meteorologické faktory a v jaké míře ovlivňují úmrtnost, mohla by se vylepšit dosavadní biometeorologická předpověď. Dále by například v nemocnicích měli brát více v potaz tuto předpověď, protože to, že meteorologické faktory hrají významnou roli při průběhu některých chorob je známo.

## 9. Seznam literatury a zdrojů

### 9.1. Seznam literatury

Badal, J. a kol. (1970): Bioklimatologický slovník (terminologický a explikativní). Československá bioklimatologická společnost, Praha, 1970, 266 s.

Blatný, R. (2007): Vliv chladu na člověka a nové poznatky pro první pomoc v hypotermii [online]. Dostupné na < <http://www.sportovni.net/oddily/19215/zpravy/?op=show&polozka=9642> > [11.5. 2009].

Díaz, J., Linares, Ch., Tobías, A. (2006): Impact of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among the 45–64 age-group. International Journal of Biometeorology 50, s. 342 – 348.

Dvořák, M. (2007): Ženy jsou k počasí vnímavější [online]. Dostupné na < <http://www.21stoleti.cz/view.php?cisloclanku=2007011921> > [25.4. 2009].

Hampl, V., Herget, J. (2003). Patofyziologie plicního oběhu [online]. Dostupné na < [http://fyziologie.lf2.cuni.cz/uceni/lecture\\_notes/CEVCSAC\\_skripta\\_www/index.htm](http://fyziologie.lf2.cuni.cz/uceni/lecture_notes/CEVCSAC_skripta_www/index.htm) > [29.4. 2009].

Jandová, D. (2008): Polovina lidí reaguje citlivě na počasí [online]. Dostupné na <[http://www.lidovky.cz/polovina-lidi-reaguje-citlive-na-pocasi-fc2-/ln\\_noviny.asp?c=A080503\\_000133\\_ln\\_noviny\\_sko&klic=225257&mes=080503\\_0](http://www.lidovky.cz/polovina-lidi-reaguje-citlive-na-pocasi-fc2-/ln_noviny.asp?c=A080503_000133_ln_noviny_sko&klic=225257&mes=080503_0) > [4.5. 2009].

Kessler, J., Chambraud, A. (1990): Meteo de la France. Tous les climats localité par localité. J. C. Lattès, Paříž, 1990, 391 s.

Křížová, J. (2005): Infarkt myokardu [online]. Dostupné na < <http://www.ordinace.cz/clanek/infarkt-myokardu/> > [7.5. 2009].

Květoň, V. (1979): Meteorologické analýzy pro medicínské účely. Meteorologické zprávy 32, s. 115 – 121.

Kyselý, J., Kříž, B., Huth, R. (2002): Úmrtnost spojená se stresem z horka v ČR – první výsledky [online]. Dostupné na < <http://www.cbks.cz/sbornik02/kysely.pdf> > [13.12. 2008].

Kyselý, J., Kříž, B. (2008): Decreased impacts of the 2003 heat waves on mortality in the Czech Republic: an improved response? International Journal of Biometeorology 52, s. 733 –745.

Matoušek, J., Květoň, V. (1978): Některé základní pojmy a poznatky medicínské meteorologie. Meteorologické zprávy 31, s. 144 – 147.

Matoušek, J. (1988): Počasí, podnebí a člověk. Bioklimatologie člověka. Avicenum, Praha, 1988, 296 s.

Matoušek, J., Barcal, R. (1967): Základy humánní bioklimatologie. Československá bioklimatologická společnost, Praha, 1967, 313 s.

Myslivcová, N. (2002): Teplota prostředí a její vliv na lidský organismus [online]. Dostupné na < <http://zdravy-domov.doktorka.cz/teplota-prostredi-jeji-vliv/> > [19.4. 2009].

Novák, M.(2007): Biometerologická předpověď ČHMÚ [online]. Dostupné na < <http://www.chmi.cz/OS/metspol/prednasky> > [15.5. 2009].

Pavlík, I. (1977): Vliv barometrického tlaku na člověka. Prakt. Lék. 57, s. 10 – 13.

Reisenauer, R. (1970): Metody matematické statistiky a jejich aplikace. 2. revidované a doplněné vydání. SNTL, Praha, 1970, 240 s.

Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed.) (2005): Bioklimatologie současnosti a budoucnosti. Sborník referátů z mezinárodní vědecké konference. Česká bioklimatologická společnost, 2005, 92 s.

Sitar, J. (2005): Změny tlaku vzduchu a výskyt srdečního infarktu [online]. Dostupné na < <http://www.cbks.cz/sbornik05b/Sitar.pdf> > [13.12. 2008].

Smoyer, K., Rainham D., Hewko, J. (2000): Heat-stress-related mortality in five cities in Southern Ontario: 1980–1996. International Journal of Biometeorology 44, s. 190 – 197.

Vaněk, F. (2008): Soběstačnost u pacienta po cévní mozkové příhodě: bakalářská práce. České Budějovice, Jihočeská universita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2008, 78 s.

Vaništa, J., Beran, J.(2007): Zdravotní rizika cestování a jejich prevence [online]. Dostupné na < [http://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xbcr/zc/SOLEN\\_int-200706-0003.pdf](http://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xbcr/zc/SOLEN_int-200706-0003.pdf) > [29.4. 2009].

Astma [online]. Dostupné na <<http://www.gsk.cz/vase-zdravi/astma.html>> [5.5. 2009].

Klimatické změny, počasí a alergie [online]. Dostupné na < <http://www.bez-alergie.cz/aktualne/klimaticke-zmeny-pocasi-a-alergie-82?id=82> > [5.5. 2009].

Srdečně-cévní onemocnění [online]. Dostupné na <<http://www.zdravecevy.cz/showdoc.do?docid=958> > [8.5. 2009].

Co je mozková mrtvice [online]. Dostupné na < <http://www.celostnimedicina.cz/co-je-mozkova-mrtvice.htm> > [8.5. 2009].

Chronická obstrukční plicní nemoc [online]. Dostupné na < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Chronick%C3%A1\\_obstruk%C4%8Dn%C3%AD\\_plicn%C3%A1\\_nemoc](http://cs.wikipedia.org/wiki/Chronick%C3%A1_obstruk%C4%8Dn%C3%AD_plicn%C3%A1_nemoc) > [8.5. 2009].



## **9.2. Seznam zdrojů**

Synoptické situace [online]. Dostupné na <  
<http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/syntypiz/kalendar.html> > [8.4. 2009].

Průchody atmosférických front [online]. Dostupné na <  
<http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/fronty.html> > [8.4. 2009].

Průměrné teploty pro stanice Praha-Libuš a Brno-Tuřany. Osobní sdělení Ing. Lenky Stašové, Český hydrometeorologický ústav [14.5. 2008].

Denní úmrtnost v České republice. Osobní sdělení Mgr. Ondřeje Kosaty. Český statistický úřad [3.1. 2008].